Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 17, No.2, 2025, p. 107-123

Effects of Flushing Diets Containing Whole Flaked Raw and Micronized Rapeseed (*Brassica napus*) on Reproductive Performance of Mature Kurdish Ewes

Zohreh Zarnegar[1], Seyed Hadi Ebrahimi[2*], Reza Valizadeh[3], Abbas Ali Naserian[3]

1, 2 and 3- Ph.D, Associate Professor and Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
*Corresponding Author's Email: shebrahimi@um.ac.ir

Received: 06-12-2023 Revised: 15-03-2024 Accepted: 02-04-2024 Available Online: 02-04-2024	**How to cite this article:** Zarnegar, Z., Ebrahimi, S. H., Valizadeh, R., & Naserian, A. A. (2024). Effects of flushing diets containing whole flaked raw and micronized rapeseed (*Brassica napus*) on reproductive performance of mature Kurdish ewes. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *17*(2),107-123. (in Persian with English abstract) http://doi.org/10.22067/ijasr.2024.85748.1184

Introduction: Dietary supplementation with oilseeds is a widely recognized strategy for enhancing body condition in sheep around the mating period to improve reproductive performance. Rapeseed is the second most prevalent source of oilseeds globally and is known for its favorable profile of unsaturated fatty acids, including high levels of oleic acid, linoleic acid, and alpha-linolenic acid. These fatty acids contribute to improved production and reproductive outcomes in animals. The high energy and protein content of rapeseed and its desirable amino acids profile make rapeseed an excellent feed source for ruminants, and there is renewed interest in using it in the rations of high producing animal as a feed supplement. Micronization as a heat process has the potential of protecting fatty acid from ruminal biohydrogenation and reducing ruminal degradability of protein. We hypothesized that rapeseed supplementation around mating can improve productive and reproductive performance of ewes by supplying the energy and protein. In addition, an increase in unsaturated fatty acid and protein bypass can induce estrus and increase reproduction performance. Therefore, this study was conducted to investigate the reproductive performance of mature Kurdish ewes to the flushing diets containing whole flaked raw and micronized rapeseed.

Materials and Methods: In this experiment, full-fat rapeseed was micronized at 2.8 micron. The micronized and non-micronized rapeseeds separately flaked by passing between two rotating rollers with a 0.50 mm distance gap. To this end, 55 mature Kurdish ewes were randomly allocated into three treatments: 1) control (the receivers of basal flushing diet with no rapeseed), 2) basal diet plus supplementation with 0.18 kg/day/ewe raw flaked rapeseed, and 3) basal diet plus supplementation with 0.18 kg/day/ewe micronized flaked rapeseed in completely randomized design. Ewes live weight and body condition score measured at the beginning of the experiment and at lambing. The lamb birth weight was also measured. The number and diameter of follicles were determined on days of mating and 9 days after mating. Pregnancy was diagnosed at 30 days after mating. Blood samples were taken on days of mating, 9 and 30 days after mating. The data obtained from weight and

https://doi.org/10.22067/ijasr.2024.85748.1184

BCS of ewes, lambs birth weight and blood hormones and metabolites were analyzed using GLM procedures of SAS software (9.4 version, SAS Institute Inc.). The data obtained from reproductive performance of ewes were analyzed using chi-square model and Proc Genmod procedures of SAS software. For all results, Least-square means for each treatment are reported in the tables and were compared using adjusted Tukey tests. Statistical significance was accepted at $P \leq 0.05$.

Results and discussion: The results of this study showed that the weight and body condition score of ewes as well as the lambs birth weight were significantly increased by dietary supplementation with raw and micronized whole flaked rapeseed.

Plasma glucose and triglycerides were significantly increased by supplemental flaked rapeseed. Lower BUN concentration was observed for ewes fed diets contained raw and micronized rapeseeds. Plasma estradiol levels at day of mating and progesterone levels at 9 and 30 days after mating were significantly higher in ewes on micronized and raw flaked rapeseed diets, respectively. Plasma insulin also were significantly increased in ewes fed micronized and raw flaked rapeseed, respectively. Dietary treatments had no significant effect on number of small and total follicles as well as the average size of small and medium follicles at the day of mating. The number of medium follicles on the day of mating as well as the carpus luteum size at 9 days after mating were significantly higher for the ewes fed diets contained raw and micronized flaked rapeseeds. The average number and size of large follicles at the day of mating were significantly higher in ewes on micronized and raw flaked rapeseed diets, respectively. The fertility rate and female lamb rate were significantly increased by dietary supplementation with raw and micronized flaked rapeseed. Lambing intervals significantly decreased by dietary supplementation with micronized flaked rapeseed. The lambing rate was significant for both ewes on micronized and raw rapeseed diets. Supplementation diet with micronized rapeseed significantly increased twining rate.

Conclusion: Overall, dietary inclusion of rapeseed especially micronized rapeseed around the mating can be an effective nutritional strategy to improve productive and reproductive performance of ewes in traditional sheep production systems.

Keywords: Flushing, Mature Kurdish ewe, Micronization, Reproductive performance, Whole flaked rapeseed

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، ص. ۱۲۳-۱۰۷

تأثیر جیره فلاشینگ حاوی دانه کلزای (*Brassica napus*) خام و میکرونیزه فلیک بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های بالغ کردی

زهره زرنگار[1]، سید هادی ابراهیمی[2*]، رضا ولی زاده[3]، عباسعلی ناصریان[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر جیره فلاشینگ حاوی دانه کلزای (*Brassica napus*) خام و میکرونیزه فلیک بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های بالغ آمیخته نژاد کردی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. ۵۵ رأس میش بالغ آمیخته نژاد کردی به‌طور تصادفی با یکی از سه تیمار: ۱) جیره پایه فلاشینگ بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره پایه به‌علاوه ۰/۱۸ کیلوگرم ماده خشک دانه کلزای خام فلیک و ۳) جیره پایه به‌علاوه ۰/۱۸ کیلوگرم ماده خشک دانه کلزای میکرونیزه فلیک تغذیه شدند. فرآیند میکرونیزاسیون در طول موج ۲/۸ میکرون انجام شد. در شروع آزمایش و به هنگام زایمان، وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها ثبت گردید. وزن بره‌ها به هنگام تولد نیز اندازه‌گیری شد. تعداد و اندازه فولیکول‌های تخمدان در روز جفت‌گیری و نه روز پس از آن توسط دستگاه سونوگرافی ترانس رکتال مجهز به پروب ۸ مگاهرتز در حالت ایستاده تعیین شد. تشخیص آبستنی ۳۰ روز پس از جفت‌گیری انجام شد. نمونه‌های خون در روز جفت‌گیری، ۹ و ۳۰ روز پس از آن از سیاهرگ گردنی اخذ شد. جیره‌های حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه باعث افزایش وزن میش‌ها، وزن تولد بره‌ها شد. غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، انسولین، استروژن و پروژسترون تحت تأثیر جیره‌های حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه افزایش یافت. کمترین غلظت ازت اوره‌ای خون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام و میکرونیزه فلیک مشاهده شد. نرخ باروری و ماده‌زایی تحت تأثیر جیره‌های حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه افزایش یافت. جیره حاوی دانه کلزای میکرونیزه باعث کاهش فاصله بره‌زایی و افزایش دوقلوزایی گردید. بیشترین نرخ بره‌زایی به‌ترتیب در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه و خام فلیک مشاهده شد. به‌طور کلی، ارائه ۰/۱۸ کیلوگرم ماده خشک دانه کلزای خام و به‌ویژه میکرونیزه با تأمین سطوح بیشتری از انرژی و پروتئین و با تأثیر مثبت بر هورمون‌های کلیدی دخیل در تولیدمثل عملکرد تولیدی و تولیدمثلی میش‌ها را بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: دانه کلزا، عملکرد تولیدمثلی، فلاشینگ، میش‌های بالغ کردی، میکرونیزاسیون

مقدمه

تغذیه مطلوب مؤثرترین راه برای دستیابی به تولیدمثل موفق در گونه‌های مختلف دام از جمله گوسفند است (Vargas-Bello-Pérez *et al.*, 2020). افزایش سطح انرژی جیره قبل از جفت‌گیری با تعدیل عملکرد هیپوتالاموس- هیپوفیز- تخمدان (Abd El-Hamid *et al.*, 2016) باعث افزایش ترشح هورمون‌های انسولین، استروژن و پروژسترون (Scaramuzzi *et al.*, 2006) و متعاقباً تحریک فولیکوژنز، افزایش نرخ تخمک‌گذاری و در نهایت، بهبود عملکرد تولیدمثلی می‌گردد (Somchit-Assavacheep *et al.*, 2013). مکمل‌های لیپیدی در زمان جفت‌گیری، انرژی لازم را برای فعالیت جنسی، غلبه بر هر گونه کمبود تغذیه‌ای و افزایش عملکرد تولیدمثلی فراهم می‌کنند (Abd El-Hamid *et al.*, 2016). دانه کلزا (*Brassica napus*) به‌عنوان دومین منبع غالب دانه‌های روغنی در جهان، حاوی اسیدهای چرب غیراشباع سودمند با بیشترین میزان به‌ترتیب برای اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولنیک است که علاوه‌بر افزایش کیفیت محصولات حیوانی، عملکرد تولیدی و تولیدمثلی حیوانات را بهبود می‌بخشد (Chmielewska *et al.*,

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دکتری تخصصی، دانشیار و استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: shebrahimi@um.ac.ir)
http://doi.org/10.22067/ijasr.2024.85748.1184

2021). افزایش سطح انرژی جیره به‌واسطه تغذیه دانه کلـزا در طـول دوره جفـت‌گیری، شـاخص‌های تولیـدمثلی از جملـه نـرخ بـاروری، برەزایی، دوقلوزایی را بهبود می‌بخشـد (Chashnidel *et al*., 2016). مکمل جیره ای اسید اولئیک با افزایش سطح اسید اولئیک پلاسـمای خون، مایع فولیکولی و بافت‌های تولیـدمثلی، موجـب بهبـود وضـعیت متابولیکی و فیزیولوژیکی تخمدان، رحم و جنین می‌گردد (Ferreira *et al*., 2014).

به‌منظور افزایش بازده تولیدی و تولیدمثلی، علاوه‌بر سطح انـرژی جیره، توجه به کمیت و کیفیت پروتئین تغذیه شده نیز ضروری اسـت. دانه کلزا به‌دلیل داشتن پروفایـل مطلـوب اسـیدهای آمینـه ضـروری می‌تواند انتخاب مناسبی برای تغذیه نشخوارکنندگان باشـد. محتـوای پروتئین دانه کلزا پس از جذب از روده باریـک، نـرخ تخمک‌گـذاری و باروری را در گوسفند افـزایش می‌دهـد (Lindsay, 1980). افـزایش مصرف پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (RDP[1]) به‌دلیل تـأثیر منفـی بر باروری و بقای جنین موجب کـاهش بـازدهی تولیـدمثلی می‌گـردد (Ababakri *et al*., 2021). افـزایش غلظـت ازت اوره‌ای خـون (BUN[2]) به دنبـال مصـرف بـیش از حـد پـروتئین قابـل تجزیـه در شکمبه، pH رحـم را کـاهش می‌دهـد و باعـث تهدیـد بقـای جنـین می‌شود (Butler, 2000). مکمل‌های جیره‌ای حاوی منـابع پـروتئین تجزیه‌ناپذیر در شکمبه (RUP[3]) با کاهش ازت اوره‌ای خـون موجـب بهبـود شـاخص‌های تولیـدمثلی می‌گردنـد (McCormick *et al*., 1999).

میکرونیزاسـیون بـه‌عنوان یـک روش فـرآوری حرارتـی بـا دناتوراسیون و تغییر شکل پروتئین به یک ساختار مقـاوم‌تـر در برابـر هضم شکمبه، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خـام و متعاقبـاً ناپدیـد شدن شکمبه‌ای اسیدهای آمینه ضروری و محتوای اسـید آمینـه کـل دانه‌های روغنی را کـاهش می‌دهـد (Wang *et al*., 1999). بـه‌دلیل بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای، پروفایل اسید چرب که حیـوان از طریـق جیره دریافت می‌کند با آنچه که به روده‌باریک می‌رسد، یکسان نیست (Freitas *et al*., 2018). بنابراین، به‌منظور افزایش میزان اسـیدهای چرب عبوری، محافظت از آن‌ها در برابر بیوهیدروژناسیون شـکمبه‌ای بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اینکه ذرات چربی به‌طور فیزیکـی توسط ماتریکس غنی از پروتئین احاطه شده‌اند، دناتوراسیون محتوای پروتئینی در اثر میکرونیزاسـیون موجـب محافظـت اسـیدهای چـرب غیراشـباع دانـه‌های روغنـی در برابـر بیوهیدروژناسـیون شـکمبه‌ای می‌گردد (Leduc *et al*., 2017; Gonthier *et al*., 2004).

راهکارهای تغذیه‌ای کـه بـه‌منظور افـزایش عملکـرد تولیـدمثلی طراحی می‌شوند، جایگزین مناسبی برای درمان‌های پرهزینه هورمونی هستند (Martin *et al*., 2004). در این مطالعه فرض شده است کـه افزودن دانه کلزا به جیره قبل و بعـد از جفت‌گیری به‌واسـطه تـأمین انرژی و پـروتئین مـورد نیـاز دام قـادر بـه بهبـود صـفات تولیـدی و تولیدمثلی است. به‌علاوه، افزایش سـطح اسـیدهای چـرب عبـوری و محتوای RUP از طریق میکرونیزاسیون دانـه کـلزا می‌توانـد موجـب القای فحلی و افزایش شاخص‌های تولیدمثلی شود. بنابراین، پـژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر جیره فلاشینگ حاوی دانه کـلزای خـام و میکرونیزه فلیک بر عملکرد تولیدمثلی میش‌هـای بـالغ آمیختـه نـژاد کردی انجام شد.

مواد و روش‌ها

دانه کلزای مورد استفاده مطالعه حاضر رقم زمسـتانه (*Brassica napus*)، واریته نپتون بود. فرایند میکرونیزاسـیون در طـی مـدت ۲۵ ثانیه با استفاده از میکرونایزر سرامیکی گازسـوز (فرآوردانـه فردوسـی مشهد، مشهد، ایران) در طول موج ۲/۸ میکرون به‌نحوی انجـام شـد که دمای سـطح دانـه در هنگـام خـروج ۱۳۰ درجـه سـانتی‌گراد بـود (Serna-Saldivar, 2016). دانه‌های میکرونیزه بلافاصله بـا عبـور از میان دو غلطک دوار با فاصلـه ۰/۵ میلی‌متـر بـه‌طور فیزیکـی فلیـک شدند. دانـه‌های کـلزای خـام بـدون اعمـال میکرونیزاسـیون بـه‌طور مشابهی فلیک شدند.

به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی، دانـه کـلزای خـام و میکرونیـزه فلیـک توسـط آسیاب (IKA Mills, Tube Mill 100 control) مجهز به توری یک میلی‌متر آسیاب شدند. محتـوای مـاده خشـک بـا اسـتفاده از آون (مـدل Memmer854 شـرکت Schwanch کشـور آلمان) با دمای ۶۰ درجه سـانتی‌گراد به‌مـدت ۴۸ سـاعت تعیـین شـد (AOAC, 2000). مقدار خاکستر با احتراق نمونه‌ها در کوره الکتریکی (OMSZOV مدل OH 63) با دمای ۵۰۰ درجه سـانتی‌گراد به‌مـدت شش ساعت تعیین شد (AOAC, 1990). محتـوای نیتروژن کـل (N) با روش کجلدال اندازه‌گیری شد. با ضرب نیتـروژن به‌دسـت آمـده از نمونه‌ها در عدد ۶/۲۵ میزان پروتئین خـام هـر نمونـه تعیـین گردیـد (AOAC, 1990). محتوای چربی خام دانه کلزای خـام و میکرونیـزه فلیک با استفاده از حلال هگزان به‌مدت شش ساعت توسـط دسـتگاه سوکسله (Tecato Soxetc) استخراج شد (AOAC, 1990).

پژوهش حاضر در یک واحـد پـرورش گوسـفند کـردی روسـتای زاوین شهر کلات نادری در اوایـل تابسـتان ۱۴۰۰ بـا اسـتفاده از ۵۵ رأس میش بالغ آمیخته نـژاد کـردی بـا میـانگین سـنی ۳/۵ سـال و میانگین وزنی ۴/۱۸ ± ۳۷/۶۲ کیلوگرم و امتیـاز بـدنی ۰/۸۰ ± ۱/۸۵ در قالب طرح کـاملاً تصـادفی انجـام شـد. شـرایط عمـومی پـرورش گله‌های کوچک در فصل بهار در این منطقه صرفاً مبتنـی بـر چـرای

1- Rumen Degradable Protein
2- Blood Urea Nitrogen
3- Rumen Undegradable Protein

روزانه در کوهپایه‌های اطراف بود. بنابراین، براساس وزن، امتیاز وضعیت بدنی و پوشش گیاهی منطقه پرورش، میش‌ها در وضعیت تغذیه‌ای ضعیف و مستعد برنامه فلاشینگ بودند. قبل از شروع آزمایش، میش‌ها علیه بیماری آنتروکسمی، شاربن و بروسلوز واکسینه شدند و سپس بر مبنای وزن دسته‌بندی و به‌طور تصادفی به یکی از سه تیمار: ۱) جیره پایه فلاشینگ بدون دانه روغنی (شاهد، ۱۹ رأس میش)، ۲) جیره پایه به‌علاوه ۰/۱۸ کیلوگرم ماده خشک دانه کلزای خام (۱۸ رأس میش) و ۳) جیره پایه به‌علاوه ۰/۱۸ کیلوگرم ماده خشک دانه کلزای میکرونیزه (۱۸ رأس میش) اختصاص یافتند. با استفاده از نرم‌افزار SRNS[1] نسخه (۶۶۳۰/۱۰/۱) احتیاجات میش خشک به وزن ۳۸/۵۰ کیلوگرم استخراج شد. تغذیه روزانه ۱۰۰۰ گرم (براساس ماده خشک) از جیره پایه می‌توانست ۰/۳۷۰ مگاکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۳/۸ درصد پروتئین خام بیشتر از نیاز نگهداری برای حیوان تأمین کند. (جدول ۱). یونجه به‌صورت قطعات چهار تا پنج سانتی‌متری خرد و روزانه در ساعت ۰۷:۰۰ در اختیار دام قرار گرفت. کاه گندم توسط خرمنکوب به ابعاد دو الی سه سانتی‌متر خرد و در ساعت ۱۹:۰۰ به دام‌ها ارائه شد. پس از ۴۲ روز از شروع تغذیه جیره‌های آزمایشی، تغذیه دانه کلزا به میش‌های گروه دوم و سوم متوقف و پس از آن تا زمان زایش میش‌های تمام گروه‌ها با جیره پایه مشابه تغذیه شدند. ترکیب شیمیایی دانه کلزای خام و میکرونیزه در جدول ۲ گزارش شده است.

میش‌ها در شروع آزمایش (قبل از تغذیه صبح) و در هنگام زایش توزین و امتیاز بدنی (BCS[2]) آن‌ها براساس میزان نفوذ انگشتان زیر زوائد عرضی مهره‌های کمری در سمت راست بدن دام تعیین شد. وزن بره‌ها به هنگام تولد نیز اندازه‌گیری شد. علاوه‌براین، جنسیت بره‌های متولد شده و تعداد بره به‌ازای هر میش به هنگام زایمان ثبت شد. به‌منظور اعمال اثر قوچ بر تحریک فحلی از ابتدای آزمایش، قوچ‌ها کاملاً دور از میش‌ها نگهداری شدند. سه هفته پس از تغذیه میش‌ها با جیره‌های آزمایشی، به هر گروه دام تعداد دو رأس قوچ ارائه گردید و تا پایان دوره رصد و نمونه‌گیری به همراه میش‌ها در جایگاه نگهداری شدند. تشخیص و شناسایی فحلی به‌طور شبانه‌روزی توسط دو ناظر و برای دو سیکل فحلی انجام شد. تعداد و اندازه فولیکول‌های تخمدان در روز جفت‌گیری (روز اول چرخه فحلی) و اندازه جسم زرد در روز نهم چرخه فحلی با انتخاب تصادفی نه رأس میش از هر یک از گروه‌های آزمایشی توسط دستگاه سونوگرافی (Piemedical, Falco100; Holland) ترانس رکتال مجهز به پروب هشت مگاهرتز در حالت ایستاده تعیین شد. تشخیص آبستنی براساس مشاهده حفره رحمی بزرگ و مایع فولیکولی و جنین ۳۰ روز پس از جفت‌گیری با استفاده از دستگاه سونوگرافی (پرتابل دیجیتال B-mode، مدل CTF-7700، شرکت SIUI) شکمی مجهز به پروب پنج مگاهرتز از روی سطح شکم صورت پذیرفت. نمونه‌های خون در روز جفت‌گیری، نهمین روز از چرخه فحلی و ۳۰ روز پس از جفت‌گیری قبل از تغذیه صبح از طریق سیاهرگ گردنی و با استفاده از لوله‌های خلأ دو میلی لیتری حاوی ماده ضد انعقاد پتاسیم اگزالات و سدیم فلوراید به‌منظور جداسازی پلاسما و بدون ماده ضد انعقاد به‌منظور جمع‌آوری سرم تهیه و به فلاسک حاوی یخ انتقال داده شد. نمونه‌های خون اخذ شده بلافاصله به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. متابولیت‌های خون گلوکز (No. 017-500- 1, Pars Azmon Co., Karaj, Iran)، کلسترول (No. 010-500-1, Pars Azmon Co., Karaj, Iran)، ازت اوره‌ای خون (No. 1-400-030, Pars Azmon Co., Karaj, Iran)، تری گلیسرید با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Abbott Alcyon 300, Abbott Laboratories, Inc. Irving, TX, USA) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری هورمون‌های خون شامل انسولین (No. 2425-300, Monobind Inc, Lake Forest, CA, USA)، استروژن (No. 4925-300, Monobind Inc., Lake Forest, CA, USA) و پروژسترون (No. 4825-300, Monobind Inc., Lake Forest, CA, USA) با استفاده از دستگاه الایزا ریدر (Stat Fax 3200 Microplate Reader, Awareness Technology Inc., Palm City, FL, USA) انجام شد.

داده‌های مربوط به وزن تولد بره‌ها، تعداد و قطر فولیکول‌های تخمدان و قطر جسم زرد در قالب طرح کاملاً تصادفی با رویه GLM (General Linear Model) برنامه آماری SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مدل آماری طرح به‌صورت زیر بود:

$$Y_i = \mu + M_i + e_i \quad \text{(۱) معادله}$$

که در آن، Y_i: مقدار مشاهده، μ: میانگین کل جمعیت، M_i: اثر اصلی تیمار و e_i: اثر خطای آزمایش بودند.

داده‌های مربوط به وزن بدن و BCS میش‌ها و فراسنجه‌ها و هورمون‌های خون با استفاده از روش PROC MIXED نرم افزار SAS (نسخه ۹/۴، SAS Institute Inc) تجزیه و تحلیل شد. مدل به شرح زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + T_j + T_j \times M_i + e_{ij} \quad \text{(۲) معادله}$$

که در این مدل، Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین کل، M_i: اثر ثابت تیمار، T_j: اثر ثابت زمان، $T_j \times M_i$: اثر متقابل تیمار و زمان و e_{ij}: خطای باقی‌مانده است. اثر زمان و اثر متقابل تیمار و زمان در صورتی گزارش داده شد که معنی‌دار و یا گرایشی برای معنی‌داری آن‌ها مشاهده شده باشد.

1- Small Ruminant Nutrition System
2- Body Condition Score

جدول ۱- اقلام تشکیل دهنده، مواد مغذی و انرژی جیره پایه فلاشینگ (شاهد)

Table 1- Ingredients and chemical compositions of the experimental basal diet

اجزای جیره (درصد ماده خشک) Dietary components (% dry matter)	
یونجه خشک Alfalfa hay	55.3
کاه گندم Wheat straw	13.7
دانه جو Barley	28.3
مکمل ویتامین و مواد معدنی[۱] Mineral-vitamin premix	2.7
مواد مغذی و انرژی جیره Chemical composition of rations	
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) Metabolizable energy (Mcal/kg)	1.91
پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	13.30
چربی خام (٪) Fat (%)	1.60
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (٪) Neutral detergent fiber (%)	48.10
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (٪) Acid detergent fiber (%)	26.60
کلسیم (٪) Calcium (%)	0.64
فسفر (٪) Phosphorus (%)	0.34
کربوهیدرات غیرفیبری (٪) Non-fibrous carbohydrates (%)	33.10

[۱] هر کیلوگرم مکمل ویتامینه و مواد معدنی حاوی ۵۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۲۵۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۳ هزار میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، دو هزار میلی‌گرم منگنز، سه هزار میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، یک میلی‌گرم سلنیوم، ۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۹ هزار میلی‌گرم منیزیم، ۹۰ هزار میلی‌گرم فسفر، ۱۸۰ هزار میلی‌گرم کلسیم، ۶۰ هزار میلی‌گرم سدیم است.

[1] Mineral-vitamin premix contained per kg: 500000 IU of vitamin A, 100000 IU of vitamin D_3, 250 IU of vitamin E, 3000 mg of Fe, 300 mg of Cu, 2000 mg of Mg, 3000 mg of Zn, 100 mg of Co, 100 mg of I, 1 mg of Se, 500 mg of Antioxidant, 19000 mg of Mn, 90000 mg of P, 180000 mg of Ca, 60000 mg of Na.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی دانه کلزای خام و میکرونیزه (تعداد تکرار= ۳)

Table 2- Chemical composition of raw and micronized rapeseeds (n=3)

	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed
ماده خشک (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Dry matter (g/kg DM)	950	959
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Crude protein (g/kg DM)	222	223
چربی خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Fat (g/kg DM)	375	401
خاکستر (گرم در کیلوگرم ماده خشک) Ash (g/kg DM)	47	53

متغیرهای طبقه‌بندی شده یا متغیرهای بیان شده به‌صورت درصد، از جمله نرخ باروری، نرخ بره‌زایی، نرخ دو قلوزایی، نرخ ماده‌زایی، نرخ نرزایی و فاصله زایمان با آزمون کای اسکوئر و رویه Proc Genmod تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰/۰۵ خطا انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که افزودن ۰/۱۸ کیلوگرم دانه کلزای خام یا میکرونیزه فلیک به جیره میش‌ها باعث تفاوت معنی‌دار در وزن بدن (P= ۰/۰۰۱) و امتیاز وضعیت بدنی (P= ۰/۰۳) میش‌ها پس از زایمان شد (جدول ۳). دانه کلزا به‌واسطه تأمین انرژی، پروتئین و فیبر مورد نیاز حیوان موجب بهبود عملکرد دام می‌گردد (Chmielewska *et al*., 2021). این امر به‌ویژه در میش‌هایی که در مراتع ضعیف به چرا می‌پردازند و یا با جیره‌های با سطح انرژی و پروتئین کم تغذیه می‌شوند، برجسته‌تر است (Njoya *et al*., 2005). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، رحیم و همکاران (Raheem *et al*., 2022) نشان دادند که افزودن دانه کلزا به جیره می‌تواند وزن بدن میش‌ها را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. در نژادهای دنبه‌دار اولین اولویت برای ذخیره چربی، دنبه است و نسبت چربی در دنبه بیشتر از چربی زیرپوستی و چربی احشایی است (Negussie *et al*., 2003 ; Yagoubi and Atti, 2020). با توجه به اینکه معیار اندازه‌گیری BCS، میزان ذخایر چربی و عضله در ناحیه مهره‌های کمر است؛ ذخیره چربی در نژادهای دنبه‌دار با BCS مشخص به مراتب بیشتر از نژادهای بدون دنبه با همان BCS است. از آن‌جایی که هدف از ذخیره چربی در بدن دام، تأمین هورمون لپتین برای حمایت از عملکرد تولیدمثلی است، امتیاز وضعیت بدنی برابر با ۲/۵ در نژادهای دنبه‌دار می‌تواند عملکرد مشابهی با امتیاز وضعیت بدنی برابر با ۳/۵ در نژادهای بدون دنبه را داشته باشد. بنابراین، افزودن یک امتیاز (از ۲/۵ به ۳/۵) از نظر اقتصادی هزینه تغذیه‌ای بسیار زیادی را طلب می‌کند. علاوه‌بر بافت چربی، مصرف منابع خوراکی حاوی سطوح بالایی از اسید اولئیک می‌تواند موجب افزایش غلظت لپتین گردد. اسید اولئیک علاوه‌بر سنتز و تحریک ترشح هورمون لپتین، با تقلید از وظایف هورمون مذکور می‌تواند نقش کلیدی در تنظیم میزان انرژی ذخیره شده در بافت چربی ایفا نماید (Obici *et al*., 2002; Pérez-Pérez *et al*., 2015). لپتین به‌عنوان یک هورمون ضد چاقی عمل می‌نماید که موجب جلوگیری از ذخیره مازاد انرژی در بافت چربی زیرپوستی می‌گردد (Tam *et al*., 2011). بنابراین، علی‌رغم وزن بیشتر میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه در مقایسه با میش‌های گروه دانه کلزای خام، BCS کمتر آن‌ها می‌تواند به‌دلیل افزایش اسید اولئیک ورودی به روده باریک در اثر میکرونیزاسیون (Zarnegar *et al*., 2024) و نقش آن در انتقال و ذخیره انرژی مازاد حاصل از جیره فلاشینگ در بافت چربی دمی باشد.

نتایج حاصل از آزمایش حاضر حاکی از افزایش معنی‌دار وزن تولد بره‌ها (P= ۰/۰۱) و وزن تولد بره‌های ماده (P=۰/۰۴) و نر (P=۰/۰۲) در گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی دانه کلزای خام و میکرونیزه در مقایسه با گروه شاهد است (جدول ۳). این مطلب اهمیت وزن بدن و BCS میش‌ها را در زمان زایمان بر وزن تولد نتاج آن‌ها نشان می‌دهد. این تأثیر مثبت ممکن است به تأمین انرژی و پروتئین مورد نیاز برای رشد رویان، جنین و همچنین حفظ نیازهای فیزیولوژیکی حیوان نسبت داده شود (Raheem *et al*., 2022). مطالعات بسیاری به اثرات مثبت استفاده از دانه‌های روغنی در جیره دام بر افزایش وزن تولد بره‌ها اشاره نموده‌اند (El-ghousein, 2010; Jalilian *et al*., 2013).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت فراسنجه‌های خون در جدول ۴ گزارش شده است. غلظت گلوکز خون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام یا میکرونیزه در روز جفت‌گیری (P< ۰/۰۰۰۱) و ۹ روز پس از آن (P< ۰/۰۰۰۱) در مقایسه با میش‌های گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. گلوکز از جمله سوبستراهای مهم است که نقش مهمی را در عملکرد تولیدمثلی دام از طریق تأثیر بر محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد ایفا می‌نماید (Hess et al., 2005). در مطالعه حاضر، افزودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه به جیره میش‌ها با افزایش سطح چربی جیره ممکن است غلظت گلوکز خون را افزایش دهد. همان‌طور که توسط هس و همکاران (Hess et al., 2008) بیان شده است، گلیسرول حاصل از هیدرولیز چربی در دانه‌های روغنی به پروپیونات تبدیل می‌شود که از طریق فرایند گلوکونئوژنز موجب افزایش غلظت گلوکز خون می‌گردد. علاوه‌براین، افزایش سطح RUP جیره به‌واسطه میکرونیزاسیون دانه کلزا، با افزایش فراهمی و جذب روده‌ای اسیدهای آمینه باعث تولید مواد واسطه از چرخه اسید تری‌کربوکسیلیک یا تولید پیروات و در نهایت، افزایش تولید گلوکز می‌گردد (Lindsay, 1980). افزایش مشاهده شده در غلظت گلوکز در تیمارهای حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه با نتایج ابابکری و همکاران (Ababakri et al., 2021) و میرزایی الموتی و همکاران (Mirzaei-Alamouti et al., 2018) مطابقت دارد.

جدول ۳- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی میش‌های بالغ کردی و وزن تولد بره‌ها

Table 3- Effect of experimental treatments on the blood metabolites of mature Kurdish ewes and lambs birth weight

عملکرد Performance	تیمارها Treatments			SEM[1]	P value
	شاهد Control	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed		
وزن میش‌ها (کیلوگرم) Ewes weight (kg)					
وزن اولیه Initial body weight	37.18	37.92	37.75	1.23	0.34
پس از زایمان After lambing	42.14[c]	44.32[b]	45.95[a]	0.07	0.001
امتیاز وضعیت بدنی Body condition score					
امتیاز وضعیت بدنی اولیه Initial body condition score	1.79	1.95	1.83	0.88	0.81
پس از زایمان After lambing	2.49[c]	2.81[a]	2.66[b]	0.04	0.03
وزن تولد بره‌ها (کیلوگرم) Lambs birth wight (kg)					
وزن بره‌ها Lambs wight	3.52[b]	4.27[a]	4.32[a]	0.21	0.01
بره‌های ماده Female lambs	3.43[b]	4.04[a]	4.19[a]	0.21	0.04
بره‌های نر Male lambs	3.60[b]	4.50[a]	4.43[a]	0.31	0.02

در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$).

[a, b, c] Means with different superscripts within a row differ ($P \leq 0.05$).

[1] Standard Error of treatments.

دقیق کیا و همکاران (Daghigh Kia et al., 2012) گزارش نمودند که استفاده از مکمل‌های مختلف دانه روغنی در جیره فلاشینگ موجب افزایش کلسترول پلاسما می‌گردد. در مطالعه حاضر، یک گرایش برای افزایش غلظت کلسترول در گروه‌های دریافت‌کننده جیره حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه در روز جفت‌گیری (P= ۰/۰۸) و نه روز پس از آن (P= ۰/۰۷) مشاهده شد.

غلظت تری‌گلیسرید پلاسمای خون در روز جفت‌گیری (P< ۰/۰۰۰۱) و نه روز پس از آن (P< ۰/۰۰۰۱) به‌طور معنی‌داری با افزودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه به جیره افزایش یافت. افزایش سطح چربی جیره ممکن است دلیل افزایش مشاهده شده در غلظت تری‌گلیسرید پلاسمای خون در تیمارهای مذکور باشد. در توافق با نتایج ما پتیت و همکاران (Petit et al., 2002) و خراسانی و همکاران (Khorasani et al., 1992) مشاهده نمودند که سطح تری‌گلیسرید پلاسمای خون با افزودن دانه کلزا به جیره افزایش می‌یابد. عبدالحمید و همکاران (Abd El-Hamid et al., 2016) بیان نمودند که ارائه مکمل‌های چربی به‌ویژه اسید اولئیک محافظت شده قبل و بعد از جفت‌گیری باعث افزایش غلظت تری‌گلیسرید می‌شود.

ازت اوره‌ای خون در میش‌های تغذیه شده با جیره حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه در روز جفت‌گیری (P< ۰/۰۰۰۱) و نه روز پس از آن (P< ۰/۰۰۰۱) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش غلظت ازت اوره‌ای مشاهده شده با افزودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه در مطالعه حاضر ممکن است به‌دلیل تأثیر دانه کلزا در مهار جمعیت پروتوزوآی شکمبه و افزایش بازدهی مصرف پروتئین باشد (Petit et al., 2002). افزایش اسیدهای چرب غیراشباع باعث بهبود وضعیت انرژی دام، کاهش میزان دی آمیناسیون اسیدهای آمینه بافتی برای تأمین انرژی و کاهش سطح ازت اوره‌ای خون می‌گردد.

جدول ٤- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های پلاسمای میش‌های بالغ کردی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
Table 4- Effect of experimental treatments on the plasma metabolites in mature Kurdish ewes (mg/dL)

فراسنجه‌های پلاسما Plasma metabolites	تیمارها Treatments			SEM[1]	P value
	شاهد Control	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed		
روز جفت‌گیری Day of mating					
گلوکز Glucose	68.63[b]	78.60[a]	79.24[a]	0.97	<0.0001
کلسترول Cholesterol	67.45	73.12	73.61	3.10	0.08
تری‌گلیسرید Triglycerides	34.83[b]	41.93[a]	42.12[a]	0.66	<0.0001
ازت اوره‌ای BUN	14.47[a]	12.26[b]	11.97[b]	0.66	<0.0001
۹ روز پس از جفت‌گیری 9 days after mating					
گلوکز Glucose	64.40[b]	73.27[a]	75.31[a]	1.22	<0.0001
کلسترول Cholesterol	59.19	62.61	64.82	2.97	0.07
تری‌گلیسرید Triglycerides	37.52[b]	43.52[a]	44.58[a]	0.86	<0.0001
ازت اوره‌ای BUN	19.92[a]	16.21[b]	16.09[b]	0.60	<0.0001

در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$).
[۱] خطای استاندارد تیمارها.
[a, b, c] Means with different superscripts within a row differ ($P \leq 0.05$)
[1] Standard Error of treatments.

غلظت انسولین در روز جفت‌گیری ($P< ۰/۰۰۰۱$) و همچنین نه روز پس از آن ($P< ۰/۰۰۰۱$) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت (جدول ۵). جیره‌های فلاشینگ می‌توانند از طریق محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد ترشح هورمون‌های انسولین، استروژن و پروژسترون را تحت تأثیر قرار دهند (Scaramuzzi *et al.*, 2006). افزایش غلظت گلوکز در تیمارهای حاوی دانه کلزا می‌تواند یک دلیل محتمل برای افزایش مشاهده شده در غلظت انسولین در مطالعه حاضر باشد. اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیر می‌توانند موجب تغییر عملکرد و ساختار لیپیدی غشای پلاسمایی سلول‌های بتا در پانکراس شوند و بدین طریق باعث افزایش انتقال گلوکز توسط گلوکز ترانسپورتر ۲ (GLUT2[۱]) از عرض غشاء سلولی و کانال‌های یونی غشاء سلولی و در نهایت، افزایش ترشح انسولین گردند (Burns, 2011). اسید اولئیک توسط نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات اکسیداز احیا شده (NAD(P)H[۲]) باعث تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS[۳]) می‌گردد که تعدیل‌کننده مهم تحریک ترشح انسولین توسط گلوکز (GSIS[۴]) است (Morgan *et al.*, 2007; Graciano *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2011). افزایش تولید ROS در میتوکندری سلول‌های بتا پانکراس موجب افزایش ترشح انسولین می‌شود (Morgan *et al.*, 2009). بنابراین، بیشترین غلظت انسولین در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه در مطالعه حاضر می‌تواند به افزایش میزان اسید اولئیک عبوری در نتیجه میکرونیزاسیون (Zarnegar *et al.*, 2024) مرتبط باشد. غلظت استروژن در روز جفت‌گیری ($P< ۰/۰۰۰۱$) و همچنین غلظت پروژسترون در روز نهم جفت‌گیری ($P< ۰/۰۰۰۱$) و ۳۰ روز پس از آن ($P< ۰/۰۰۰۱$) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر

1- Glucose Transporter

2- Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate
3- Reactive Oxygen Species
4- Glucose Stimulated Insulin Secretion

تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۵). در مطالعه حاضر، بیشترین غلظت استروژن و پروژسترون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه مشاهده شد. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است که لپتین در فیزیولوژی طبیعی سیستم تولیدمثلی با فعل و انفعالات پیچیده در تمام سطوح محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- تخمدان (اثرات تحریک‌کننده در هیپوتالاموس و هیپوفیز و فعالیت‌های بازدارنده در تخمدان) نقش مهمی را ایفا می نماید. بنابراین، لپتین موجب ارتباط وضعیت متابولیسمی با محور تولیدمثلی می‌گردد (Michalakis *et al*., 2013; Tessier *et al*., 2013). هورمون لپتین به‌طور مستقیم با اتصال به گیرنده خود در هیپوتالاموس و به‌طور غیرمستقیم به‌واسطه کیسپپتین و پرواوپیوملانوکورتین موجب تسریع در ترشح GnRH[1] از هیپوتالاموس می‌گردد (Yamada *et al*., 2007). لپتین علاوه‌بر اثر تحریک‌کننده در سطح هیپوتالاموس، با تأثیر مستقیم بر هیپوفیز قدامی موجب ترشح GnRH و متعاقباً LH[2] و FSH[3] می‌گردد (Jin *et al*., 1999). هورمون لپتین با فعال‌سازی نیتریک‌اکسیدسنتاز در گنادوتروپ‌ها باعث ترشح LH و FSH و متعاقباً استروژن و پروژسترون می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، اسید اولئیک علاوه‌بر تأثیر مستقیم بر سنتز هورمون لپتین، قادر به تقلید از وظایف هورمون مذکور است (Obici *et al*., 2002). بنابراین، افزایش غلظت استروژن و پروژسترون خون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزا ممکن است به‌دلیل تأثیر محتوای اسید اولئیک دانه کلزا در ترشح هورمون لپتین باشد. افزایش معنی‌دار غلظت استروژن و پروژسترون خون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه در مقایسه با میش‌هایی که دانه کلزای خام دریافت کردند، منعکس‌کننده فراهمی سطوح بالایی از اسید اولئیک در روده باریک به‌واسطه میکرونیزاسیون است (Zarnegar *et al*., 2024). افزایش غلظت هورمون‌های انسولین، استروژن و پروژسترون در تیمارهای حاوی دانه کلزا در توافق با نتایج میرزایی الموتی و همکاران (Mirzaei-Alamouti *et al*., 2018) است که اظهار داشتند مصرف جیره حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر موجب افزایش غلظت هورمون‌های مذکور در میش می‌گردد.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد و قطر فولیکول‌های تخمدان و قطر جسم زرد در جدول ۶ گزارش شده است. تعداد فولیکول‌های متوسط در روز جفت‌گیری در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام یا میکرونیزه در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P< ۰/۰۰۰۱). بیشترین تعداد فولیکول‌های بزرگ در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه (۱/۸۶) و سپس به‌ترتیب در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام (۱/۵۷) و گروه شاهد (۱/۲۵) مشاهده شد (P< ۰/۰۰۰۱). قطر فولیکول‌های با اندازه بزرگ در میش‌هایی که جیره حاوی دانه کلزای میکرونیزه (۵/۷۰ میلی‌متر) دریافت کرده بودند در مقایسه با میش‌های گروه کلزای خام (۵/۳۵ میلی‌متر) و شاهد (۴/۲۶ میلی‌متر) بیشتر بود (P< ۰/۰۰۰۱). تغذیه جیره حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه در مقایسه با جیره شاهد باعث تشکیل جسم زرد با اندازه بزرگ‌تر گردید (P< ۰/۰۰۰۱). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، ابابکری و همکاران (Ababakri *et al*., 2021) اظهار داشتند که تغذیه جیره حاوی منابع اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیر باعث افزایش تعداد فولیکول‌های متوسط، افزایش تعداد و قطر فولیکول‌های بزرگ در روز جفت‌گیری می‌شود. اگرچه این سازوکار به‌طور کامل درک نشده است، با این حال، یکی از دلایل افزایش تعداد فولیکول‌های بزرگ در تخمدان میش‌های تغذیه شده با دانه کلزا می‌تواند تأثیر اسید اولئیک بر افزایش سیالیت فسفولیپیدهای غشاء سلول‌های تخمدان (که برای عملکرد بهینه سلول ضروری است) آن‌ها باشد که می‌تواند رشد و توسعه فولیکولی را از طریق افزایش حساسیت (پاسخ) سلول‌های فولیکولی به هورمون FSH و LH افزایش دهد (Zeron *et al*., 2002). افزایش سیالیت غشاء با بهبود تبادلات غشاء می‌توانند رشدونمو فولیکولی را بهبود بخشد (Zeron *et al*., 2002) که ممکن است تا حدی تعداد بیشتر فولیکول‌های تخمدان میش‌های تغذیه شده با دانه کلزا به‌ویژه دانه کلزای میکرونیزه را توضیح دهد. افزایش قطر فولیکول بزرگ در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه ممکن است تا حدی به غلظت بالاتر استروژن پلاسمای آن‌ها نسبت داده شود، زیرا هم ترشح LH از غده هیپوفیز قدامی و هم تعداد گیرنده‌های LH در سلول‌های گرانولوزا در پاسخ به استرادیول خون افزایش می‌یابد، که به نوبه خود می‌تواند باعث تقویت رشد فولیکول غالب شود (Rosenfeld *et al*., 2001). افزایش مشاهده شده در اندازه جسم زرد در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه یا خام می‌تواند به تشکیل فولیکول‌های با اندازه بزرگ‌تر نسبت داده شود. تخمک‌گذاری از فولیکول‌های بزرگ‌تر باعث تشکیل جسم زرد بزرگ‌تر می‌شود که این امر به نوبه خود باعث تولید و ترشح پروژسترون بیشتر و در نهایت، افزایش نرخ آبستنی می‌گردد (Mattos *et al*., 2000).

1- Gonadotropin-Releasing Hormone
2- Luteinizing Hormone
3- Follicle-Stimulating Hormone

جدول ۵- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت هورمون‌های پلاسما میش‌های بالغ کردی

Table 5- Effect of experimental treatments on the plasma hormones in mature Kurdish ewes

هورمون Plasma metabolites	تیمارها Treatments			SEM[1]	P value
	شاهد Control	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed		
روز جفت‌گیری Day of mating					
انسولین (واحد بین المللی در میلی‌لیتر) Insulin (IU/mL)	9.16^{c}	11.23^{b}	12.66^{a}	0.65	<0.0001
استروژن (پیکوگرم در میلی‌لیتر) Estradiol (pg/mL)	30.61^{c}	55.78^{b}	59.89^{a}	0.83	<0.0001
پروژسترون (نانوگرم در میلی‌لیتر) Progesterone (ng/mL)	1.17	1.25	1.29	0.54	0.48
نه روز پس از جفت‌گیری 9 days after mating					
انسولین (واحد بین المللی در میلی‌لیتر) Insulin (IU/mlL)	10.31^{c}	12.65^{b}	14.73^{a}	0.72	<0.0001
استروژن (پیکوگرم در میلی‌لیتر) Estradiol (pg/mL)	20.24	21.21	21.49	0.69	0.27
پروژسترون (نانوگرم در میلی‌لیتر) Progesterone (ng/mL)	4.53^{c}	6.04^{b}	7.46^{a}	0.66	<0.0001
۳۰ روز پس از جفت‌گیری 30 days after mating					
پروژسترون (نانوگرم در میلی‌لیتر) Progesterone (ng/mL)	7.11^{c}	10.39^{b}	12.00^{a}	0.46	<0.0001

در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

[۱] خطای استاندارد تیمارها.

Means with different superscripts within a row differ (P ≤0.05).

[1] Standard Error of treatments.

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد تولیدمثلی میش‌های بالغ کردی در جدول ۷ ارائه شده است. افزودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه به جیره نرخ باروری را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (۰/۰۳ =P). در تأیید نتایج حاصل از مطالعه حاضر، سامکیت- آساواچیپ (Somchit-Assavacheep, 2011) مشاهده نمودند که تغذیه میش‌های دارای وضعیت بدنی ضعیف با جیره فلاشینگ حاوی منابع انرژی برای چند هفته موجب تحریک علایم فحلی، جفت‌گیری و افزایش نرخ باروری می‌گردد. سطوح بالاتر گلوکز در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام یا میکرونیزه به‌وضوح نشان‌دهنده بهبود وضعیت متابولیکی میش‌ها و اثرات مثبتی است که ممکن است بر تولیدمثل و عمدتاً باروری آن‌ها داشته باشد (Habibizad *et al.*, 2015). افزایش غلظت پروژسترون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزا در مطالعه حاضر می‌تواند دلیل دیگری بر افزایش مشاهده شده در نرخ باروری باشد. استفاده از دانه کلزای میکرونیزه در جیره، فاصله بره‌زایی میش‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (*P*< ۰/۰۰۰۱). مصرف دانه‌های روغنی از سه هفته قبل از معرفی قوچ‌ها موجب افزایش بروز علائم فحلی و کاهش تعداد میش‌های با تخمک‌گذاری خاموش می‌گردد (Ben-Khlil *et al.*, 2017). با این حال، علی‌رغم ارائه جیره‌های حاوی دانه کلزا از سه هفته قبل از قوچ‌اندازی، کاهش معنی‌دار فاصله زایمان تنها در میش‌های تغذیه شده با جیره حاوی دانه کلزای میکرونیزه ممکن است به افزایش میزان اسید اولئیک عبوری از شکمبه در نتیجه میکرونیزاسیون (Zarnegar *et al.*, 2024) و تأثیر آن بر القاء و همزمان‌سازی فحلی‌ها مرتبط باشد.

جدول ٦- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد و قطر فولیکول و قطر جسم زرد در میش‌های بالغ کردی

Table 6- Effect of experimental treatments on the mean number and diameter follicles and carpus luteum diameter in mature Kurdish ewes

متغیر Indices	تیمارها Treatments			SEM[1]	P value
	شاهد Control	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed		
روز جفت‌گیری Day of mating					
تعداد فولیکول Follicle number					
کوچک (کوچک‌تر از سه میلی‌متر) Small (<3 mm)	4.54	4.78	4.98	0.76	0.15
متوسط (۴-۳ میلی‌متر) Medium (3-4 mm)	2.84[b]	3.68[a]	3.91[a]	0.68	<0.0001
بزرگ (بزرگ‌تر از چهار میلی‌متر) Large (> 4 mm)	1.25[c]	1.57[b]	1.86[a]	0.09	<0.0001
کل Total	8.63	10.03	10.75	1.29	0.20
قطر فولیکول Follicle diameter					
کوچک (کوچک‌تر از سه میلی‌متر) Small (<3 mm)	2.46	2.54	2.64	0.60	0.43
متوسط (۴-۳ میلی‌متر) Medium (3-4 mm)	3.52	3.68	3.70	0.85	0.37
بزرگ (بزرگ‌تر از چهار میلی‌متر) Large (> 4mm)	4.26[c]	5.35[b]	5.70[a]	0.07	<0.0001
نه روز پس از جفت‌گیری 9 days after mating					
قطر جسم زرد (میلی‌متر) Carpus luteum diameter (mm)	6.32[b]	7.74[a]	8.43[a]	0.44	<0.0001

در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

[۱] خطای استاندارد تیمارها.

[a, b, c] Means with different superscripts within a row differ (P ≤0.05).

[1] Standard Error of treatments.

اسید اولئیک با کنترل نورواندوکرینی تولیدمثل، بـه‌طور مستقیم موجب تنظیم ترشح گنادوتروپین از هیپوفیز می‌گردد که به نظر مـی رسد، مستقل از عملکرد هیپوتـالاموس اسـت. اسـید چـرب مـذکور از طریق افزایش ترشح هورمون‌های مهم دخیـل در تولیـدمثل از جملـه LH نیز می‌تواند موجب افزایش بروز علائم فحلی گردد (Hightshoe et al., 1991). نرخ برەزایی به‌طور معنی‌داری تحت تـأثیر تیمارهـای آزمایشی قرار گرفت (P= ۰/۰۱). نرخ دو قلوزایی در میش‌های تغذیـه شده با دانه کلزای میکرونیزه در مقایسه با میش‌های تغذیـه شـده بـا جیره حاوی دانه کلزای خام و جیره پایه به‌طور معنی‌داری بیشـتر بـود (P= ۰/۰۴). افزایش مشاهده شده در نرخ برەزایـی در مطالعـه حاضـر احتمالاً به‌دلیل افزایش عملکرد تخمدان و تغییر در سنتز اسـتروئیدها است (Daghigh Kia *et al.*, 2012). افـزایش تعـداد فولیکول‌هـای بزرگ در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای میکرونیزه ممکـن اسـت با افزایش تعداد فولیکول‌های قبل از تخمک‌گـذاری، نـرخ برەزایـی و دوقلوزایی را افزایش دهد. نرخ بیشتر دو قلوزایی در گروه تغذیه شده با دانه کلـزای میکرونیـزه می‌توانـد بـه‌دلیل افـزایش پالس‌هـای LH و متعاقبـاً افـزایش قطـر فولیکول‌هـا باشـد (De Fries *et al.*, 1998). افزودن دانه‌های روغنی بـه جیـره به‌واسـطه برخـی از متابولیت‌هـا و هورمون‌های متابولیکی که در ترشح GnRH مؤثر هسـتند، می‌توانـد موجب رشد و توسعه فولیکول‌ها و در نهایت، افزایش نـرخ برەزایـی و دوقلوزایی گردد (Daghigh Kia *et al.*, 2012).

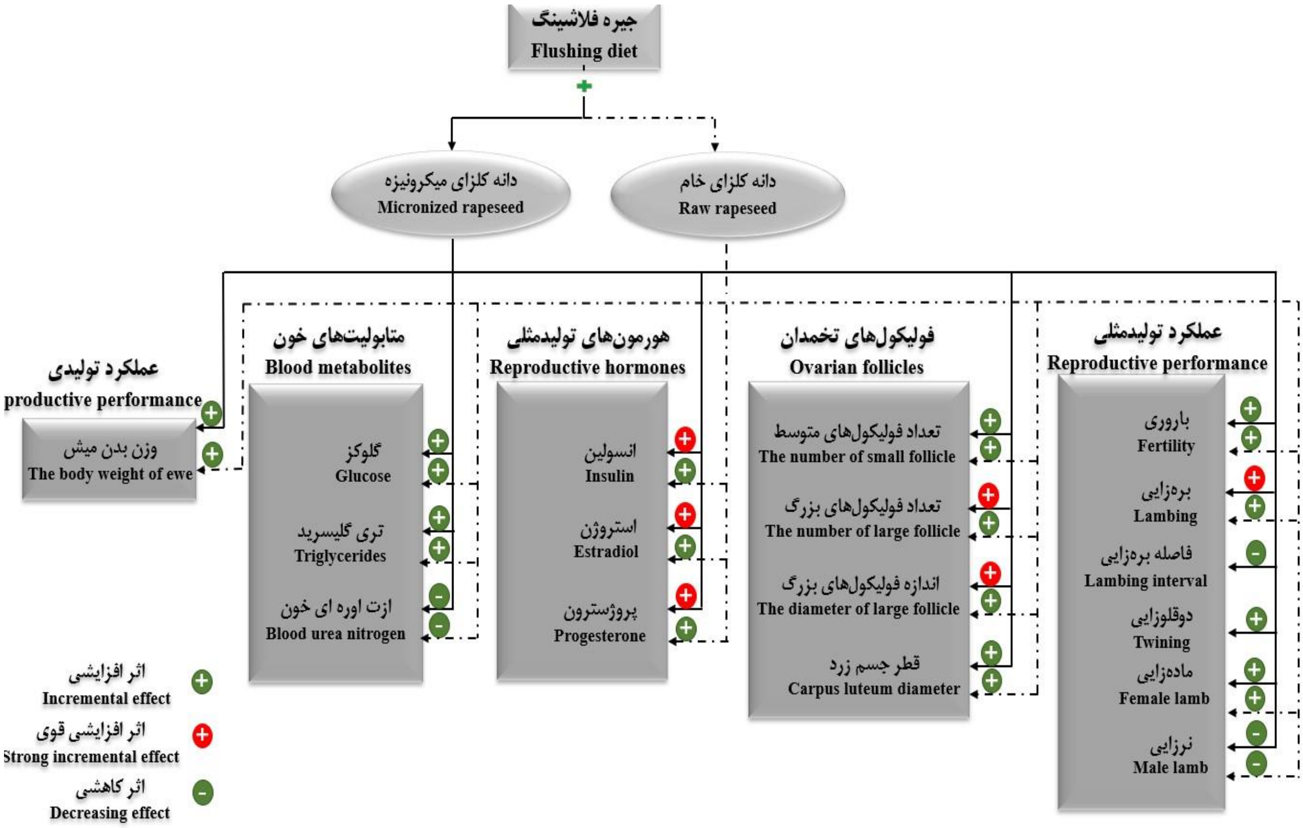
جدول ۷- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای تولیدمثلی میش‌های بالغ کردی (درصد)
Table 7- Effect of experimental treatments on the reproductive parameters in mature Kurdish ewes (%)

شاخص Traits	تیمارها Treatments			P value
	شاهد Control	دانه کلزای خام Raw rapeseed	دانه کلزای میکرونیزه Micronized rapeseed	
نرخ باروری Fertility rate	68.42^{b}	83.33^{a}	88.89^{a}	0.03
فاصله بره زایی (روز) Lambing interval (day)	53^{a}	50^{a}	36^{b}	<0.0001
نرخ بره زایی Lambing rate	73.68^{c}	94.44^{b}	116.67^{a}	0.01
نرخ دو قلوزایی Twining rate	7.69^{b}	13.33^{b}	31.25^{a}	0.04
نرخ ماده زایی Female lamb rate	35.71^{b}	52.94^{a}	61.90^{a}	0.02
نرخ نرزایی Male lamb rate	64.29^{a}	47.06^{b}	38.10^{b}	0.02

در هر ردیف میانگین‌های با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).
$^{a, b, c}$ Means with different superscripts within a row differ (P ≤0.05).

تغذیه میش‌ها با جیره حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده‌زایی (P= ۰/۰۲) و کاهش معنی‌دار درصد نرزایی (P= ۰/۰۲) شد. نوع مکمل چربی مصرف شده (اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر) در زمان جفت‌گیری به‌عنوان عامل اصلی تعیین‌کننده برای جنسیت فرزندان شناخته شده است (Green *et al.*, 2008). مکمل جیره‌ای اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر ممکن است از طریق تأثیر بر رویدادهای تولیدمثلی و pH واژن در زمان فحلی، تغییر در حساسیت به غلظت گلوکز، تغییر غلظت‌های هورمونی، تأثیر بر برهم‌کنش اسپرم‌های دارای کروموزوم X و Y با تخمک، جنسیت نتاج را تحت تأثیر قرار دهد (Rosenfeld Clayton *et al.*, 2016; Green *et al.*, 2008; *et al.*, 2001). افزایش غلظت اسید اولئیک و اسید لینولئیک جیره در زمان جفت‌گیری می‌تواند نسبت ماده‌ها را در فرزندان حاصل افزایش می‌دهد (Clayton *et al.*, 2016). بنابراین، ارائه جیره غنی از اسید اولئیک و اسید لینولئیک به‌واسطه افرودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه ممکن است دلیل انحراف نسبت جنسی به سمت بره‌های ماده در مطالعه حاضر باشد. تأخیر در بلوغ اووسیت‌ها و فولیکول‌های غالب می‌تواند یک دلیل دیگر برای افزایش احتمال تشکیل جنین نر در اکثر گونه‌ها از جمله گوسفند باشد (Fountain *et al.*, 2008). با توجه به نقش اسید اولئیک در حمایت پاراکرینی از رشد و بلوغ اووسیت، فولیکول و تخمک (Dunning *et al.*, 2014)، انتظار می‌رود که تغذیه دانه‌های روغنی حاوی مقدار بالایی از اسید اولئیک نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش درصد بره‌های ماده داشته باشند.

تصویر کلی از تأثیر تیمارهای حاوی دانه کلزای خام یا میکرونیزه فلیک بر صفات تولیدی و تولیدمثلی میش‌های بالغ کردی در شکل ۱ نشان داده شده است. در سیستم‌های سنتی پرورش گوسفند، به‌دلیل عدم استفاده از مکمل‌های جیره‌ای، ضریب رشد و متعاقباً بازدهی تولیدمثلی پایین است. با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، ارائه سطوح بیشتر انرژی و پروتئین به‌واسطه افزودن دانه کلزای خام یا میکرونیزه به جیره می‌تواند عملکرد تولیدی و تولیدمثلی را با حداقل هزینه افزایش دهد. همان‌طور که توسط زرنگار و همکاران (Zarnegar *et al.*, 2024) گزارش شد، فرآیند میکرونیزاسیون می‌تواند موجب محافظت از اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه اسید اولئیک در برابر بیوهیدروژناسیون شکمبه شود. بنابراین، در حیوانات پرمصرف که مدت زمان ماندگاری ذرات خوراکی در شکمبه آن‌ها کمتر است، احتمال افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراشباع ورودی به دوازدهه بیشتر خواهد بود، لذا تأثیر قوی‌تر جیره حاوی دانه کلزای میکرونیزه بر هورمون‌ها و برخی از شاخص‌های تولیدمثلی در مطالعه حاضر می‌تواند به افزایش اسید اولئیک ورودی به روده باریک در اثر میکرونیزاسیون نسبت داده شود.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای حاوی دانه کلزای خام و میکرونیزه فلیک بر صفات تولیدی و تولیدمثلی میش‌های بالغ کردی

Figure 1- The effect of diets containing raw and micronized rapeseeds on production and reproduction performance of mature Kurdish ewes

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، ارائه دانه کلزای خام و میکرونیزه فلیک با تأمین سطوح بیشتری از انرژی و پروتئین و با تأثیر مثبت بر هورمون‌های کلیدی دخیل در تولیدمثل می‌تواند عملکرد تولیدی و تولیدمثلی میش‌ها را بهبود ببخشد. کاهش غلظت ازت اوره‌ای خون در میش‌های تغذیه شده با دانه کلزای خام و میکرونیزه نشان می‌دهد که این حیوانات ممکن است در وضعیت مطلوب‌تری برای حمایت از رشد جنین و حفظ آبستنی خود باشند. با توجه به نقش اسید اولئیک در القا و همزمان‌سازی فحلی، محافظت از این اسید چرب در برابر بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای از طریق میکرونیزاسیون دانه کلزا می‌تواند گامی آشکار به‌سوی جایگزینی هورمون‌ها و داروها برای کنترل و بهبود بازدهی تولیدمثلی نشخوارکنندگان کوچک باشد. علاوه‌براین، کاهش فاصله زایمان و افزایش دوقلوزایی به‌واسطه تغذیه دانه کلزای میکرونیزه می‌تواند دستاورد مهمی در جهت افزایش راندمان تولیدمثلی گله با هدف سه مرتبه زایش در دو سال و متعاقباً افزایش سودآوری باشد.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم تحقیقات و فناوری و همچنین دانشگاه فردوسی مشهد (طرح پژوهشی نوع ۳ با شماره ۵۳۹۲۸) انجام شد.

References

1. Ababakri, R., Dayani, O., Khezri, A., & Naserian, A. A. (2021). Effects of extruded flaxseed and dietary rumen undegradable protein on reproductive traits and the blood metabolites in Baluchi ewes. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *30*(3), 214–222. http://dx.doi.org/10.22358/jafs/139153/2021
2. AOAC International. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC International, Arlington, V. Kenneth.

1. http://dx.doi.org/10.7312/seir17116-004.
3. AOAC International. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
4. Abd El-Hamid, I. S., Nour El-Din, A. N. M., Zaghloul, A. A., El-Bahrawy, K. A., Elshahawy, I. I., Allam, A. M., EL-Zarkouny, S. Z., & Hassan, G. A. (2016). Effects of calcium salts of fatty acids rich in palmitic and oleic fatty acids on reproduction and serum biochemistry in Barki ewes. *Small Ruminant Research*, *144*, 113–118. http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.08.001 .
5. Ben-Khlil, Z., Khnissi, S., Rekik, M., & Lassoued, N. (2017). Feed supplementation improves estrus response and increases fertility of sheep induced to breed out of season. *Tropical Animal Health and Production*, *49*(3), 607-612. http://dx.doi.org/10.1007/s11250-017-1236-5 .
6. Burns, T. (2011). Fatty Acids and Lipogenesis in Ruminant Adipocytes. Retrieved from https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1840&context=all_dissertations.
7. Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, *60–61*, 449–457. http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00076-2 .
8. Chashnidel, Y., Aghajani, M., & Dirandeh, E. (2016). Effects of different source of oilseeds on reproductive performance of Zell ewes. *Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, *11*(111), 35–44. (In Persian).
9. Chmielewska, A., Kozłowska, M., Rachwał, D., Wnukowski, P., Amarowicz, R., Nebesny, E., & Rosicka-Kaczmarek, J. (2021). Canola/rapeseed protein–nutritional value, functionality and food application: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(22), 3836–3856. http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1809342 .
10. Clayton, E. H., Friend, M. A., & Wilkins, J. F. (2016). Increasing the proportion of female lambs by feeding Merino ewes a diet high in omega-6 fatty acids around mating. *Animal Production Science*, *56*(7), 1174-1184. http://dx.doi.org/10.1071/AN14803 .
11. Daghigh Kia, H., Mohamadi Chapdareh, W., Hossein Khani, A., Moghaddam, G., Rashidi, A., Sadri, H., & Alijani, S. (2012). Effects of flushing and hormonal treatment on reproductive performance of Iranian Markhoz goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *96*(6), 1157–1164. http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01234.x.
12. De Fries, C. A., Neuendorff, D. A., & Randel, R. D. (1998). Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in brahman cows. *Journal of Animal Science*, *76*(3), 864–870. https://doi.org/10.2527/1998.763864x .
13. Dunning, K. R., Russell, D. L., Robker, R. L. (2014). Lipids and oocyte developmental competence: The role of fatty acids and β-oxidation. *Reproduction*, *148*(1), 1470–1626. http://dx.doi.org/10.1530/REP-13-0251 .
14. El-ghousein, S. S. (2010). Effect of some medicinal plants as feed additives on lactating awassi ewe performance, milk composition, lamb growth and relevant blood items. *Egyptian Journal of Animal Production*, *47*(1), 37–49. http://dx.doi.org/10.21608/ejap.2010.94040 .
15. Ferreira, Mô. S., de Oliveira, D. N., Gonçalves, R. F., & Catharino, R. R. (2014). Lipid characterization of embryo zones by silica plate laser desorption ionization mass spectrometry imaging (SP-LDI-MSI). *Analytica Chimica Acta*, *807*, 96–102. http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2013.11.033 .
16. Fountain, E. D., Mao, J., Whyte, J. J., Mueller, K. E., Ellersieck, M. R., Will, M. J., Roberts, R. M., MacDonald, R., & Rosenfeld, C. S. (2008). Effects of diets enriched in omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids on offspring sex-ratio and maternal behavior in mice. *Biology of Reproduction*, *78*(2), 211-217. http://dx.doi.org/10.1095/biolreprod.107.065003 .
17. Freitas, J. E., Takiya, C. S., Del Valle, T. A., Barletta, R. V., Venturelli, B. C., Vendramini, T. H. A., Mingoti, R. D., Calomeni, G. D., Gardinal, R., Gandra, J. R., Bettero, V. P., Ferreira de Jesus, E., Oliveira, M. D. S., & Rennó, F. P. (2018). Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows fed diets supplemented with soybean oil, whole soybeans, or calcium salts of fatty acids. *Journal of Dairy Science*, *101*(9), 7881–7891. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13666 .
18. Graciano, M. F., Santos, L. R., Curi, R., & Carpinelli, A. R. (2011). NAD(P)H oxidase participates in the palmitate-induced superoxide production and insulin secretion by rat islets. *Journal of Cellular Physiology*, 226, 1110–1117.
19. Gonthier, C., Mustafa, A. F., Berthiaume, R., Petit, H. V., Martineau, R., & Ouellet, D. R. (2004). Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *87*(6), 1854–1863. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73343-3 .
20. Green, M. P., Spate, L. D., Parks, T. E., Kimura, K., Murphy, C. N., Williams, J. E., Kerley, M. S., Green, J. A., Keisler, D. H., & Roberts, R. M. (2008). Nutritional skewing of conceptus sex in sheep: Effects of a maternal diet enriched in rumen-protected polyunsaturated fatty acids (PUFA). *Reproductive Biology and Endocrinology*, *6*(21). http://dx.doi.org/10.1186/1477-7827-6-21 .
21. Habibizad, J., Riasi, A., Kohram, H., & Rahmani, H. R. (2015). Effect of long-term or short-term supplementation of high energy or high energy-protein diets on ovarian follicles and blood metabolites and hormones in ewes.

Small Ruminant Research, *132*, 37-43. http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.10.004 .
22. Hess, B. W., Lake, S. L., Scholljegerdes, E. J., Weston, T. R., Nayigihugu, V., Molle, J. D. C., & Moss, G. E. (2005). Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, *83*, E90–E106. http://dx.doi.org/10.2527/2005.8313_supplE90x .
23. Hess, B.W., Moss, G. E., and Rule, D. C. (2008). A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, *86*, 188-204.
24. Hightshoe, R. B., Cochran, R. C., Corah, L. R., Kiracofe, G. H., Harmon, D. L., & Perry, R. C. (1991). Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. *Journal of Animal Science*, *69*(10), 4097-4103. http://dx.doi.org/10.2527/1991.69104097x .
25. Jalilian, M. T., & Moeini, M. M. (2013). The effect of body condition score and body weight of sanjabi ewes on immune system, productive and reproductive performance. *Acta Agriculturae Slovenica*, *102*(2), 99–106. http://dx.doi.org/10.2478/acas-2013-0033.
26. Jin, L., Burguera, B, G., Couce, M. E., Scheithauer, B. W., Lamsan, J., Eberhardt, N. L., Kulig, E., & Lloyd, R. V. (1999). Leptin and leptin receptor expression in normal and neoplastic human pituitary: evidence of a regulatory role for leptin on pituitary cell proliferation. *Journal of Clin Endocrinol Metabolism*, *84*, 2903–11.
27. Khorasani, G. R., de Boer, G., Robinson, P. H., & Kennelly, J. J. (1992). Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones, and metabolites in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *75*(2), 492–501. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77786-8.
28. Leduc, M., Létourneau-Montminy, M. P., Gervais, R., & Chouinard, P. Y. (2017). Effect of dietary flax seed and oil on milk yield, gross composition, and fatty acid profile in dairy cows: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, *100*(11), 8906–8927. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-12637.
29. Lindsay, D. (1980). Biochemistry Department, ARC institute of animal physiology, Babraham, Cambridge CB2 +IT. *Proceedings of the Nutrition Society*, *39*(May), 53–59.
30. Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchero Hunzicker, G. E., Lindsay, D. R., & Blache, D. (2004). Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, *82–83*(August), 231–245. http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.05.014.
31. Mattos, R., Staples, C. R., & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, *5*(1), 38–45. http://dx.doi.org/10.1530/ror.0.0050038.
32. McCormick, M. E., French, D. D., Brown, T. F., Cuomo, G. J., Chapa, A. M., Fernandez, J. M., Beatty, J. F., & Blouin, D. C. (1999). Crude protein and rumen undegradable protein effects on reproduction and lactation performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *82*(12), 2697–2708. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75526-8.
33. Mirzaei-Alamouti, H., Mohammadi, Z., Shahir, M. H., Vazirigohar, M., & Mansouryar, M. (2018). Effects of short-term feeding of different sources of fatty acids in pre-mating diets on reproductive performance and blood metabolites of fat-tailed Iranian Afshari ewes. *Theriogenology*, *113*, 85–91. http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.02.007.
34. 35.Michalakis, K., Mintziori, G., Kaprara, A., Tarlatzis, B. C., & Goulis, D. G. (2013.) The complex interaction between obesity, metabolic syndrome and reproductive axis: A narrative review. *Metabolism*, *62(*4), 457-78. http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2012.08.012.
35. Morgan, D., Oliveira-Emilio, H. R., Keane, D., Hirata, A. E., Santos, d., Rocha, M., Bordin, S., Curi, R., Newsholme, P., & Carpinelli, A. R. (2007). Glucose, palmitate and pro-inflammatory cytokines modulate production and activity of a phagocyte-like NADPH oxidase in rat pancreatic islets and a clonal β-cell line. *Diabetologia*, *50*, 359–369.
36. Morgan, D., Rebelato, E., Abdulkader, F., Graciano, M. F., Oliveira- Emilio, H. R., Hirata, A. E., Rocha, M. S., Bordin, S., Curi, R., & Carpinelli, A. R. (2009). Association ofNAD(P)Hoxidase with glucose-induced insulin secretion by pancreatic β-cells. *Endocrinology*, *150*, 2197–2201.
37. Negussie, E., Rottmann, O. J., Pirchner, F., & Rege, J. E. O. (2003). Patterns of growth and partitioning of fat depots in tropical fat-tailed Menz and Horro sheep breeds. *Meat Science*, *64*, 491–498.
38. Njoya, A., Awa, D. N., & Chupamom, J. (2005). The effects of a strategic supplementation and prophylaxis on the reproductive performance of primiparous Fulbe ewes in the semi-arid zone of Cameroon. *Small Ruminant Research*, *56*(1–3), 21–29. http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00010-5.
39. Obici, S., Feng, Z., Morgan, K., Stein, D., Karkanias, G., & Rossetti, L. (2002). Central administration of oleic acid inhibits glucose production and food intake. *Diabetes*, *51*, 271-275.
40. Pérez-Pérez, A., Sánchez-Jiménez, F., Maymó, J., Dueñas, J. L., & Varone, C. (2015). Role of leptin in female reproduction. *Clinical Chemistry Laboratory Medical*, *53*(1), 15–28. http://dx.doi.org/10.1515/cclm-2014-0387 .
41. Petit, H. V., Tremblay, G. F., Tremblay, E., & Nadeau, P. (2002). Ruminal biohydrogenation of fatty acids, protein degradability, and dry matter digestibility of flaxseed treated with different sugar and heat combinations. *Canadian Journal of Animal Science*, *82*(2), 241–250. http://dx.doi.org/10.4141/A01-083 .
42. Raheem, M., Fiaz, M., Mushtaq, M., Niazi, U., Saba, E., & Abdullah, M. (2022). Effect of supplementary crushed

rapeseed on ewes and lambs performance of salt range sheep. *Pakistan Journal of Zoology*, 1–7.

43. Robinson, R. S., Pushpakumara, P. G. A., Cheng, Z., Peters, A. R., Abayasekara, D. R. E., & Wathes, D. C. (2002). Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction*, *124*(1), 119–131. http://dx.doi.org/10.1530/rep.0.1240119.
44. Rosenfeld, C. S., Wagner, J. S., Roberts, R. M., & Lubahn, D. B. (2001). Intraovarian actions of oestrogen. *Reproduction*, *122*(2), 215-226. http://dx.doi.org/10.1530/rep.0.1220215.
45. Santos, L. R.B., Rebelato, E., Graciano, M. F. R., Abdulkader, F., Curi, R., & Carpinelli, A. R. (2011). Oleic acid modulates metabolic substrate channeling during glucose-stimulated insulin secretion via NAD(P)H oxidase. *Endocrinology*, *152*(10), 3614-3621. http://dx.doi.org/10.1210/en.2011-0127.
46. Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, *46*(4), 339–354. http://dx.doi.org/10.1051/rnd:2006016.
47. Serna-Saldivar, S. O. (2016). Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes, Food Preservation Technology. CRC Press.
48. Somchit-Assavacheep, A., Campbell, B. K., Khalid, M., Kendall, N. R., & Scaramuzzi, R. J. (2013). The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (*Lupinus luteus*) on folliculogenesis, the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid and the follicular levels of P 450 aromatase and IRS-1, -2 and -4. *Reproduction*, *145*(4), 319–333. http://dx.doi.org/10.1530/REP-12-0135.
49. Tam, C. S., Lecoultre, V., & Ravussin, E. (2011). Novel strategy for the use of leptin for obesity therapy. *Expert Opinion on Biological Therapy*, *11*, 1677–1685.
50. Tessier, D. R., Ferraro, Z. M., & Gruslin, A. (2013). Role of leptin in pregnancy: consequences of maternal obesity. *Placenta*, *34*(3), 205–11. http://dx.doi.org/10.1016/j.placenta.2012.11.035.
51. Yagoubi, Y., & Atti, N. (2020). Effects of the fat-tailed ewes' body condition scores at lambing on their metabolic profile and offspring growth. *Arch. Animal Breed*, *63*, 183–191. http://dx.doi.org/10.5194/aab-63-183-2020 .
52. Yamada, S., Uenoyama, Y., Kinoshita, M., Iwata, K., Takase, K., & Matsui, H. (2007). Inhibition of metastin (kisspeptin-54)-GPR54 signaling in the arcuate nucleus-median eminence region during lactation in rats. *Endocrinology*, *148*, 2226–32.
53. Vargas-Bello-Pérez, E., de Oca, C. A. G. M., Salas, N. P., Flores, J. G. E., Bernal, J. R., Robles-Jimenez, L. E., & Gonzalez-Ronquillo, M. (2020). Productive performance, milk composition and milk fatty acids of goats supplemented with sunflower and linseed whole seeds in grass silage-based diets. *Animals*, *10*(7), 1–12. http://dx.doi.org/10.3390/ani10071143 .
54. Wang, Y., McAllister, T. A., Pickard, M. D., Xu, Z., Rode, L. M., & Cheng, K. J. (1999). Effect of micronizing full fat canola seed on amino acid disappearance in the gastrointestinal tract of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *82*(3), 537–544. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75265-3 .
55. Zarnegar, Z., Lashkari, S., Ebrahimi, S. H., Valizadeh, R., Naserian, A. A., & Krogh Jensen, S. (2024). Effect of micronization and vitamin E supplementation on ruminal biohydrogenation kinetic of whole flaked rapeseed. *Journal of Applied Animal Research*, *52*(1), 1-12. http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2023.2290124 .
56. Zeron, Y., Sklan, D., & Arav, A. (2002). Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *Molecular Reproduction and Development*, *61*(2), 271-278. http://dx.doi.org/10.1002/mrd.1156.